

Elektrohydraulische Bremsanlage und Verfahren zu deren Überwachung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrohydraulische Bremsanlage für Kraftfahrzeuge, vom Typ „Brake-by-wire“ mit einer mittels einer elektronischen Steuereinheit ansteuerbaren hydraulischen Druckquelle, die aus einer durch einen Elektromotor angetriebenen hydraulischen Pumpe sowie einem durch die Pumpe aufladbaren Hochdruckspeicher gebildet ist. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Überwachung einer elektrohydraulischen Bremsanlage der eingangs genannten Gattung.

Aus der deutschen Patentanmeldung DE 196 03 909 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überprüfung der Bremsanlage bekannt. Dabei wird die Menge der im Druckmittel ungelösten Gase bzw. Luft dadurch bestimmt, dass in einer Radbremse definiert Druck auf- und abgebaut und aus dessen Zeitverlauf der Gasgehalt im Druckmittel ermittelt wird. Weniger vorteilhaft ist dabei anzusehen, dass die Menge an Luft bzw. Gasen erst erkannt wird, wenn sie bereits in das hydraulische System eingedrungen ist. Ein weiterer Nachteil des vorbekannten Verfahrens besteht darin, dass eine Überprüfung des Bremssystems lediglich im Stillstand des Kraftfahrzeugs durchgeführt werden kann.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Maßnahmen zur Überprüfung einer Kraftfahrzeugbremsanlage der eingangs genannten Gattung anzugeben, die eine Erkennung der Luft bzw. Gase zu einem frühest möglichen Zeitpunkt, etwa bereits beim Eintritt in das System, ermöglichen. Zudem soll die Überprüfung des Bremssystems unabhängig von dessen Betätigung und damit im fortlaufenden Betrieb des Kraftfahrzeugs möglich sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass Mittel vorgesehen sind, die zwecks Erkennung von Gas- bzw. Luftmengen an der Saugseite der Pumpe die hydraulische Förderleistung der Pumpe überwachen.

Zur Konkretisierung des Erfindungsgedankens ist vorgesehen, dass die Überwachung der hydraulischen Förderleistung durch Ermittlung der elektromotorischen Kraft des die hydraulische Pumpe antreibenden Elektromotors erfolgt.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung wird die Überwachung der hydraulischen Förderleistung durch Ermittlung der elektrischen Leistungsaufnahme des die hydraulische Pumpe antreibenden Elektromotors erreicht.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung wird die Überwachung der hydraulischen Förderleistung durch Ermittlung der Drehzahl des die hydraulische Pumpe antreibenden Elektromotors erreicht.

Bei einer preiswerten, vorteilhaften Weiterbildung wird die Drehzahl aus der elektromotorischen Kraft des die Pumpe antreibenden Elektromotors bestimmt. Dazu ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Ansteuerfrequenz des Elektromotors vor-

zugsweise 25 Hz beträgt und dass die Zeitkonstante des Tiefpassfilters vorzugsweise 4 msec beträgt.

Außerdem wird die Aufgabe verfahrensmäßig dadurch gelöst, dass Gas- bzw. Luftmengen an der Saugseite der Pumpe durch Ermittlung der hydraulischen Förderleistung der Pumpe erkannt werden.

Weitere vorteilhafte Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens sind den Unteransprüchen 9 bis 14 entnehmbar.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer elektrohydraulischen Bremsanlage, bei der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann,

Fig. 2a einen zeitlichen Verlauf der Spannung eines Elektromotors, der eine Pumpe antreibt, die im Normalbetrieb unter Last arbeitet und

Fig. 2b einen zeitlichen Verlauf der Spannung eines Elektromotors, der eine freilaufende Pumpe antreibt, die nicht unter Last arbeitet.

Die in Fig. 1 lediglich schematisch dargestellte Bremsanlage besteht im wesentlichen aus einem mittels eines Bremspedals 1 betätigbaren, zweikreisigen hydraulischen Druckerzeuger bzw. Hauptbremszylinder 2 in Tandemausführung, einem mit dem Tandemhauptzylinder 2 zusammenwirkenden Wegsimulator 3, einem dem Tandemhauptzylinder 2 zugeordneten Druckmittelvor-

ratsbehälter 4, einer hydraulischen Druckquelle, einer lediglich schematisch angedeuteten Steuereinheit HCU 6, die u.a. sämtliche, für Druckregelvorgänge erforderlichen Komponenten enthält und an die beispielsweise der Hinterachse des Kraftfahrzeugs zugeordnete Radbremsen 7, 8 angeschlossen sind, sowie einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit ECU 16. Zur Ermittlung der Drehzahl der Fahrzeugräder dienen lediglich angedeutete Radsensoren 24, 25. Der an sich bekannte Tandemhauptzylinder 2 weist durch zwei Kolben 9, 10, begrenzte, voneinander getrennte Druckräume 14, 15 auf, die sowohl mit dem Druckmittelvorratsbehälter 4 als auch über die HCU 6 mit den Fahrzeugbremsen 7, 8, -, - verbindbar sind. Die vorhin erwähnte Druckquelle wird durch ein Motor-Pumpenaggregat 20, das aus einem Elektromotor 22 sowie eine vom Elektromotor 22 angetriebene Pumpe 23 besteht, ein der Pumpe parallel geschaltetes Druckbegrenzungsventil 26 sowie einen durch die Pumpe 23 aufladbaren Hochdruckspeicher 21 gebildet. Der von dem Hochdruckspeicher 21 aufgebraachte hydraulische Druck wird von einem Drucksensor 35 überwacht.

Wie weiterhin Fig. 1 zu entnehmen ist, sind die Radbremsen 7, 8 an den ersten Druckraum 14 mittels einer Leitung 5 angeschlossen, in der ein Trennventil 11 eingefügt ist, das als stromlos offenes (SO-) 2/2-Wegeventil ausgeführt ist und ein Absperren des ersten Druckraums 14 ermöglicht. Eine zweite hydraulische Leitung 34 verbindet die Druckseite der Pumpe 23 bzw. den Hochdruckspeicher 21 mit den Eingangsanschlüssen von zwei elektromagnetisch betätigbaren, analog regelbaren, vorzugsweise stromlos geschlossenen (SG-) 2/2-Wegeventilen bzw. Einlassventilen 17, 18, die den Radbremsen 7 und 8 vorgeschaltet sind. Ein weiteres Paar von ebenfalls elektromagnetisch betätigbaren, analog regelbaren, vorzugsweise stromlos geschlossenen (SG-) 2/2-Wegeventilen bzw.

Auslassventilen 27, 28 ermöglicht eine Verbindung der Radbremse 7, 8 mit dem Druckmittelvorratsbehälter 4, während ein elektromagnetisch betätigbares, vorzugsweise stromlos offenes (SO-) Druckausgleichsventil 13 eine radindividuelle Regelung der in den Radbremsen 7, 8 eingesteuerten Drücke ermöglicht.

Außerdem sind den Radbremsen 7, 8 Drucksensoren 30, 31 zugeordnet, mit deren Hilfe der in den Radbremsen 7, 8 herrschende hydraulische Druck ermittelt wird. Die vorhin erwähnte elektronische Regel- und Steuereinheit ECU 16, der die Ausgangssignale der Drucksensoren 19, 30, 31, 35, der Raddrehzahlsensoren 24, 25, sowie einer vorzugsweise redundant ausgeführten Bremswunscherfassungseinrichtung 33 zugeführt werden, die dem Hauptbremszylinder 2 zugeordnet ist, dient der Ansteuerung des Motor-Pumpen-Aggregats 20 sowie der vorhin erwähnten Ventile 11, 13, 17, 18, 27, 28.

Die hydraulische Steuereinheit HCU 6 der vorhin beschriebenen Bremsanlage, deren Betrieb dem Fachmann bekannt ist, enthält einen A/D-Wandler 32, der den zeitlichen Verlauf der an dem Elektromotor 22 anliegenden Spannung erfasst. Der Elektromotor 22 wird üblicherweise mit einer relativen hohen Frequenz von beispielsweise 175 Hz angesteuert. Das Ausgangssignal des A/D-Wandlers 32 wird der elektronischen Steuer- und Regeleinheit 16 zugeführt und dort ausgewertet. Damit eine einwandfreie Auswertung erfolgen kann, muss das auszuwertende Ausgangssignal des A/D-Wandlers 32 geglättet werden, da es aufgrund der bei der Kommutierung entstehenden Funkenbildung stark verrauscht ist. Zu diesem Zweck weist die ECU 16 einen nicht dargestellten Tiefpassfilter auf, dessen Zeitkonstante sich aus dem sogenannten Bürstenfeuer ergibt und vorzugsweise 4 msec beträgt. Der Elektromotor 22

wird dabei nicht mit der vorhin genannten, verhältnismäßig hohen Frequenz, sondern mit einer wesentlich niedrigeren Frequenz von vorzugsweise 25 Hz angesteuert.

Der in Fig. 2a dargestellte Verlauf des geglätteten Signals zeigt, dass im Zeitintervall zwischen t_1 und t_2 der Elektromotor 22 mit konstanter Spannung betrieben wird. Im Zeitintervall zwischen t_2 und t_3 läuft der Elektromotor im Generatorbetrieb weiter und erzeugt eine elektromotorische Kraft. Der im Abschnitt t_2 - t_3 gezeigte charakteristische Verlauf der elektromotorischen Kraft entspricht dem Fall, in dem der Elektromotor eine unter Last arbeitende und damit ausschließlich Druckmittel in das System fRrdernde Pumpe 23 antreibt. Dagegen ist in Fig. 2b im Abschnitt zwischen t_2 - t_3 der Verlauf der elektromotorischen Kraft des Elektromotors 22 dargestellt, der eine Luft oder Gase ansaugende Pumpe 23 antreibt. Um die Ansaugung von Luft oder Gasen zuverlässig zu erkennen wird der Elektromotor 22 stets überwacht, indem aktuelle Werte der elektromotorischen Kraft mit in der ECU 16 abgelegten Werten, die den gewünschten Lastbetrieb repräsentieren, verglichen werden. Es findet also eine Überwachung der Saugseite der Pumpe im fortlaufenden Betrieb des Kraftfahrzeugs statt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind zahlreiche Modifikationen realisierbar. So kann anstelle der elektromotorischen Kraft ebenso die elektrische Leistungsaufnahme des die Pumpe antreibenden Elektromotors als Maß für die FRrderleistung der Pumpe verwendet werden. Auch ist es vorstellbar, die Drehzahl des bei konstanter Spannung betriebenen Motors als charakteristische GrRße für die FRrderleistung der Pumpe zu verwenden.

Patentansprüche

1. Elektrohydraulische Bremsanlage für Kraftfahrzeuge, vom Typ „Brake-by-wire“ mit einer mittels einer elektronischen Steuereinheit ansteuerbaren hydraulischen Druckquelle, die aus einer durch einen Elektromotor angetriebenen hydraulischen Pumpe sowie einem durch die Pumpe aufladbaren Hochdruckspeicher gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass Mittel vorgesehen sind, die zwecks Erkennung von Gas- bzw. Luftmengen an der Saugseite der Pumpe die hydraulische FRrderleistung der Pumpe überwachen.
2. Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überwachung der hydraulischen FRrderleistung durch Ermittlung der elektromotorischen Kraft des die hydraulische Pumpe antreibenden Elektromotors erfolgt.
3. Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überwachung der hydraulischen FRrderleistung durch Ermittlung der elektrischen Leistungsaufnahme des die hydraulische Pumpe antreibenden Elektromotors erfolgt.
4. Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überwachung der hydraulischen FRrderleistung durch Ermittlung der Drehzahl des die hydraulische Pumpe antreibenden Elektromotors erfolgt.

5. Elektrohydraulische Bremsanlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehzahl aus der elektromotorischen Kraft des die Pumpe antreibenden Elektromotors bestimmt wird.
6. Elektrohydraulische Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerfrequenz des Elektromotors vorzugsweise 25 Hz beträgt.
7. Elektrohydraulische Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeitkonstante des Tiefpassfilters vorzugsweise 4 msec beträgt.
8. Verfahren zur Überwachung einer elektrohydraulischen Bremsanlage für Kraftfahrzeuge, vom Typ „Brake-by-wire“ mit einer mittels einer elektronischen Steuereinheit ansteuerbaren hydraulischen Druckquelle, die aus einer durch einen Elektromotor angetriebenen hydraulischen Pumpe sowie einem durch die Pumpe aufladbaren Hochdruckspeicher gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass Gas- bzw. Luftmengen an der Saugseite der Pumpe durch Ermittlung der hydraulischen FRrderleistung der Pumpe erkannt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ermittlung der hydraulischen FRrderleistung durch Auswertung der elektromotorischen Kraft des die Pumpe antreibenden Elektromotors erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ermittlung der hydraulischen FRrderleistung durch Auswertung der elektrischen Leistungsaufnahme des die Pumpe antreibenden Elektromotors erfolgt.
11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der hydraulischen FRrderleistung durch Auswertung der Drehzahl des die Pumpe antreibenden Elektromotors erfolgt.
12. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der Drehzahl des die Pumpe antreibenden Elektromotors aus der elektromotorischen Kraft des Elektromotors erfolgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerfrequenz des Elektromotors vorzugsweise 25 Hz beträgt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitkonstante des Tiefpassfilters vorzugsweise 4 msec beträgt.

Zusammenfassung

Elektrohydraulische Bremsanlage und Verfahren zu deren Überwachung

Die Erfindung betrifft eine elektrohydraulische Bremsanlage für Kraftfahrzeuge, vom Typ „Brake-by-wire“ mit einer mittels einer elektronischen Steuereinheit ansteuerbaren hydraulischen Druckquelle, die aus einer durch einen Elektromotor angetriebenen hydraulischen Pumpe sowie einem durch die Pumpe aufladbaren Hochdruckspeicher gebildet ist. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Überwachung einer elektrohydraulischen Bremsanlage der eingangs genannten Gattung.

Um eine zuverlässige Erkennung von Gas- bzw. Luftmengen bereits beim Eintritt in das System durchzuführen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen die Saugseite der hydraulischen Pumpe (23) zu überwachen. Dies wird erreicht, indem die elektrischen Kenndaten des die Pumpe (23) antreibenden Elektromotors (22) dahingehend ausgewertet werden, dass eine Veränderung der hydraulischen FRrderleistung erkannt wird.

Fig. 2b